

JP 4061749 A  
JUN 1994

BEST AVAILABLE COPY

(54) OPTICAL COMPENSATION SHEET AND LIQUID CRYSTAL DISPLAY  
ELEMENT FORMED BY USING THE SAME

- (11) 6-174920 (A) (43) 24.6.1994 (19) JP  
(21) Appl. No. 4-326973 (22) 7.12.1992  
(71) FUJI PHOTO FILM CO LTD (72) HIROYUKI MORI  
(51) Int. Cl.<sup>8</sup> G02B5/30, G02F1/133, G02F1/1335

**PURPOSE:** To provide the liquid crystal display element of a high grade display which improves the visual angle characteristic of a TN type liquid crystal display element when used for this element and has excellent visibility.

**CONSTITUTION:** This optical compensation sheet is a crystallooptically biaxial optically anisotropic element varying in all of the three refractive indices  $n_x$ ,  $n_y$ ,  $n_z$  ( $K_z$  denotes the refractive index most approximate to a thickness direction) in the main axis direction. The angle formed by the direction of  $n_z$  and the direction perpendicular to the sheet is defined as  $\theta_z$  and the angle formed by the optical axis nearer the direction perpendicular to the sheet of the two optical axes and the direction perpendicular to the sheet as  $\theta_{opt}$ . The  $\theta_z$  is then  $0^\circ$  to  $40^\circ$  and the  $\theta_{opt}$  is  $0^\circ$  to  $20^\circ$ .

(19) 日本国特許庁 (J P)

# (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-174920

(43) 公開日 平成6年(1994)6月24日

技術表示箇所

(51) Int. Cl.<sup>5</sup>

G 0 2 B 5/30

G 0 2 F 1/133

1/1335

識別記号

5 0 0

5 1 0

庁内整理番号

9018-2K

7348-2K

7408-2K

F I

(21) 出願番号

特願平4-326973

(22) 出願日

平成4年(1992)12月7日

審査請求 未請求 請求項の数3(全7頁)

(71) 出願人 000005201

富士写真フイルム株式会社

神奈川県南足柄市中沼210番地

(72) 発明者 森 裕行

神奈川県南足柄市中沼210番地 富士写真  
フイルム株式会社内

(54) 【発明の名称】 光学補償シート及びそれを用いた液晶表示素子

(57) 【要約】

【構成】 主軸方向の3つの屈折率  $n_x$ 、 $n_y$ 、 $n_z$  ( $n_z$  が厚さ方向に最も近い屈折率を表わす) がすべて異なる結晶光学的に2軸性の光学異方素子であって、 $n_z$  の方向とシート面に垂直な方向のなす角を  $\theta_z$  とし、2つの光学軸のうちのシート面に垂直な方向に近い方がシート面に垂直な方向となす角を  $\theta_{opt}$  としたときに、 $\theta_z$  が  $0^\circ$  以上  $40^\circ$  以下であり、かつ、 $\theta_{opt}$  が  $0^\circ$  以上  $20^\circ$  以下であることを特徴とする光学補償シート。

【効果】 TN型液晶表示素子に用いるとその視角特性が改善され、視認性に優れた高品位表示の液晶表示素子を提供できる。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 主軸方向の3つの屈折率 $n_x$ 、 $n_y$ 、 $n_z$  ( $n_z$ が厚さ方向に最も近い屈折率を表わす)がすべて異なる結晶光学的に2軸性の光学異方素子であって、 $n_z$ の方向とシート面に垂直な方向のなす角を $\theta_z$ とし、2つの光学軸のうちのシート面に垂直な方向に近い方がシート面に垂直な方向となす角を $\theta_{opt}$ としたときに、 $\theta_z$ が $0^\circ$ 以上 $40^\circ$ 以下であり、かつ、 $\theta_{opt}$ が $0^\circ$ 以上 $20^\circ$ 以下であることを特徴とする光学補償シート。

【請求項2】 面内方向の屈折率の最大値を $n_x'$ 、厚み方向の屈折率を $n_z'$ 、厚みを $d$ と定義し、( $n_z' - n_x'$ ) $\times d$ で厚み方向のレターデーションを定義したときに、前記厚み方向のレターデーションが $-50 \sim -900 \text{ nm}$ であることを特徴とする請求項1記載の光学補償シート。

【請求項3】 2枚の電極基板間にねじれ角がほぼ $90^\circ$ のTN型液晶を挟持してなる液晶セルと、その両側に配置された2枚の偏光素子と、該液晶セルと該偏光素子の間に少なくとも1枚の光学補償シートを配置した液晶表示素子において、該光学補償シートが請求項1または2に記載の光学補償シートであることを特徴とする液晶表示素子。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、表示コントラスト及び表示色の視角特性改良のために用いられる光学補償シートに関し、更に、該光学補償シートを用いることで、表示コントラスト及び表示色の視角特性の改良された液晶表示素子に関する。

## 【0002】

【従来の技術】日本語ワードプロセッサやデスクトップパソコン等のOA機器の表示装置の主流であるCRTは、薄型軽量、低消費電力という大きな利点をもった液晶表示素子に変換されてきている。現在普及している液晶表示素子(以下LCDと称す)の多くは、ねじれネマティック液晶を用いている。このような液晶を用いた表示方式としては、複屈折モードと旋光モードとの2つの方式に大別できる。

【0003】複屈折モードを用いたLCDは、液晶分子配列のねじれ角 $90^\circ$ 以上ねじれたもので、急峻な電気光学特性をもつ為、能動素子(薄膜トランジスタやダイオード)が無くても単純なマトリクス状の電極構造でも時分割駆動により大容量の表示が得られる。しかし、応答速度が遅く(数百ミリ秒)、諧調表示が困難という欠点を持ち、能動素子を用いた液晶表示素子(TFT-LCDやMIM-LCDなど)の表示性能を越えるまでにはいたらない。

【0004】TFT-LCDやMIM-LCDには、液晶分子の配列状態が $90^\circ$ ねじれた旋光モードの表示方

式(TN型液晶表示素子)が用いられている。この表示方式は、応答速度が速く(数10ミリ秒)、容易に白黒表示が得られ、高い表示コントラストを示すことから他の方式のLCDと比較して最も有力な方式である。しかし、ねじれネマティック液晶を用いている為に、表示方式の原理上、見る方向によって表示色や表示コントラストが変化するという視角特性上の問題があり、CRTの表示性能を越えるまでにはいたらない。

【0005】特開平4-229828号、特開平4-258923号公報などに見られるように、一对の偏光板とTN液晶セルの間に、位相差フィルムを配置することによって視野角を拡大しようとする方法が提案されている。

【0006】しかし、これらの方法によってもLCDの視野角はまだ不十分であり、更なる改良が望まれている。特に、車載用や、CRTの代替として考えた場合には、現状の視野角では全く対応できないのが実状である。

【0007】液晶分子は、液晶分子の長軸方向と短軸方向とに異なる屈折率を有することは一般に知られている。この様な屈折率の異方性を示す液晶分子にある偏光が入射すると、その偏光は液晶分子の角度に依存して偏光状態が変化する。ねじれネマティック液晶の液晶セルの分子配列は、液晶セルの厚み方向に液晶分子の配列がねじれた構造を有しているが、液晶セル中を透過する光は、このねじれた配列の液晶分子の個々の液晶分子の向きによって逐次偏光して伝搬する。従って、液晶セルに対し光が垂直に入射した場合と斜めに入射した場合とでは、液晶セル中を伝搬する光の偏光状態は異なり、その結果、見る方向によって表示のパターンが全く見えなくなったりするという現象として現れ、実用上好ましくない。

## 【0008】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、表示コントラスト及び表示色の視角特性の改良された光学補償シートを提供するものである。更に、本発明は、表示コントラスト及び表示色の視角特性の改良された液晶表示素子を提供するものである。

【課題を解決するための手段】上記課題は、以下の手段により達成された。

(1) 主軸方向の3つの屈折率 $n_x$ 、 $n_y$ 、 $n_z$  ( $n_z$ が厚さ方向に最も近い屈折率を表わす)がすべて異なる結晶光学的に2軸性の光学異方素子であって、 $n_z$ の方向とシート面に垂直な方向のなす角を $\theta_z$ とし、2つの光学軸のうちのシート面に垂直な方向に近い方がシート面に垂直な方向となす角を $\theta_{opt}$ としたときに、 $\theta_z$ が $0^\circ$ 以上 $40^\circ$ 以下であり、かつ、 $\theta_{opt}$ が $0^\circ$ 以上 $20^\circ$ 以下であることを特徴とする光学補償シート。

(2) 面内方向の屈折率の最大値を $n_x'$ 、厚み方向の屈折率を $n_z'$ 、厚みを $d$ と定義し、( $n_z' - n_x'$ ) $\times d$ で厚み方向のレターデーションを定義したときに、前記厚み方向のレターデーションが $-50 \sim -900 \text{ nm}$ であることを特徴とする請求項1記載の光学補償シート。

3  
の屈折率を $n_z'$ 、厚みを $d$ と定義し、 $(n_z' - n_x') \times d$ で厚み方向のレターデーションを定義したときに、前記厚み方向のレターデーションが $-50 \sim -900 \text{ nm}$ であることを特徴とする前記(1)記載の光学補償シート。

(3) 2枚の電極基板間にねじれ角がほぼ $90^\circ$ のTN型液晶を挟持してなる液晶セルと、その両側に配置された2枚の偏光素子と、該液晶セルと該偏光素子の間に少なくとも1枚の光学補償シートを配置した液晶表示素子において、該光学補償シートが前記(1)または(2)に記載の光学補償シートであることを特徴とする液晶表示素子。

【0009】以下、図面を用いてTN型液晶表示素子を例にとり本発明の作用を説明する。図1、図2、図3は、液晶セルにしきい値電圧以上の電圧を印加した場合の液晶セル中を伝搬する光の偏光状態を示したものであり、電圧無印加時では明状態を示すものである。図2は、液晶セルに光が垂直に入射した場合の光の偏光状態を示した図である。自然光0が偏光軸1、1をもつ偏光板1に垂直に入射したとき、偏光板1を透過した光は、直線偏光1、3となる。

【0010】図中、3、3は、TN液晶セルに十分に電圧を印加した時の液晶分子の配列状態を、概略的に1つの液晶分子モデルで示したものである。液晶セル中の液晶分子3、3の分子長軸が光の進路1、4と平行な場合、入射面(光の進路に垂直な面内)での屈折率の差が生じないので、液晶セル中を伝搬する常光と異常光の位相差が生じず直線偏光1、3は液晶セルを透過すると直線偏光のまま伝搬する。偏光板2の偏光軸2、1を偏光板1の偏光軸1、1と垂直に設定すると、液晶セルを透過した光3、1は偏光板を透過することができず暗状態となる。

【0011】図3は、液晶セルに光が斜めに入射した場合の光の偏光状態を示した図である。入射光の自然光0が斜めに入射した場合偏光板1を透過した偏光光1、3はほぼ直線偏光になる。(実際の場合偏光板の特性により楕円偏光になる)。この場合、液晶の屈折率異方性により液晶セルの入射面において屈折率の差が生じ、液晶セルを透過する光3、3は楕円偏光して偏光板2を透過してしまう。この様な斜方入射における光の透過は、コントラストの低下を招き好ましくない。

【0012】本発明は、この様な斜方入射におけるコントラストの低下を防ぎ、視角特性を改善しようとするものである。図1に本発明による構成の一例を示した。偏光板2と液晶セル3との間に本発明の光学補償シート7が配置されている。この光学補償シート7は光学軸に対して光が入射する角度が大きくなる程大きく偏光する複屈折体である。この様な構成の液晶表示素子に図3の場合と同様に光が斜方入射し液晶セル3を透過した楕円偏光した光3、1は、光学補償シート7を透過する時の位

4  
相遅延作用によって楕円偏光が元の直線偏光に変調され、種々の斜方入射においても同一な透過率が得られる視角依存性のない良好な液晶表示素子を実現できた。

【0013】本発明に用いられる光学補償シートは結晶光学的に2軸性の光学異方素子である。結晶光学的に2軸性であるとは、主軸方向の3つの屈折率 $n_x$ 、 $n_y$ 、 $n_z$ がすべて異なることを意味している。ここでは、シートに垂直な方向に近い主軸方向の屈折率を $n_z$ とする。通常、ポリカーボネートなどの高分子素材を1軸延伸して得られる光学補償シートの $n_x$ 、 $n_y$ は面内にあり、 $n_z$ はシートに対して垂直方向にあるが、本発明においては、結晶光学的な主軸 $n_x$ 、 $n_y$ は必ずしも面内にあるとは限らず、また、 $n_z$ もシートに垂直方向から傾いていても構わない。本発明においては $n_z$ の方向とシートに対して垂直方向のなす角を $\theta_z$ と定義し、 $\theta_z$ は $0^\circ$ 以上 $40^\circ$ 以下であることが好ましい。更には、 $5^\circ$ 以上 $30^\circ$ 以下であることが好ましい。

【0014】結晶光学的に2軸性であると、光学軸が2つ存在する。本発明でいうところの光学軸とは、この方向からみるとレターデーションが0となる方向のことをいう。本発明においては、この2つの光学軸のうちのシートに対して垂直方向に近い方とシートに対して垂直方向のなす角を $\theta_{opt}$ と定義し、 $\theta_{opt}$ は $0^\circ$ 以上 $20^\circ$ 以下の範囲であることが好ましい。この場合、正面方向からみた場合のレターデーションが0に近い。具体的には、正面からのレターデーションは $200 \text{ nm}$ 以下が好ましく、更には $100 \text{ nm}$ 以下であることが好ましい。

【0015】TN-LCDの多くは、ノーマルホワイトモードが採用されている。このモードにおいて、視角を大きくことに伴って、黒表示部からの光の透過率が著しく増大し、結果としてコントラストの急激な低下を招いていることになる。黒表示は電圧印加時の状態であるが、この時には、TNセルは、光学軸が、セルの表面に対する法線方向から若干傾いた正の1軸性光学異方体とみなすことができる。又、中間調調の場合にはその光学軸は更に、LCセルの法線方向から傾いていくものと思われる。

【0016】本発明の光学補償シートを用いた場合、液晶セルを正面からみた時、光学補償シートのレターデーションは小さいので従来同様の高いコントラストが得られる。斜め方向からみた場合、光学補償シートの複屈折性が発現し、斜め配向している液晶の複屈折性が補償され、大幅に視角特性が改善される。

【0017】面内方向の屈折率の最大値を $n_x'$ 、厚み方向の屈折率を $n_z'$ 、厚みを $d$ としたときに、厚み方向のレターデーションを $(n_z' - n_x') \times d$ と定義する。厚み方向のレターデーションが $-50 \sim -900 \text{ nm}$ であるときに視角特性改善効果が顕著に現れる。1.

00 nmの範囲にあることが好ましく、更には-50~-700 nmの範囲であることが好ましい。

【0018】本発明における光学補償シートは、好ましくは高分子のフィルムまたは板状物として提供されるが、該光学補償シートの光の透過率は80%以上が好ましく、90%以上が更に好ましい。

【0019】また、本発明における光学補償シートに使用される高分子素材は特に制限はないが、ポリカーボネート、ポリアリレート、ポリスルホン、ポリエチレンテレフタレート、ポリエーテルスルホン、ポリフェニレンスルファイド、ポリフェニレンオキサイド、ポリアリルスルホン、ポリビニルアルコール、ポリアミド、ポリイミド、ポリオレフィン、ポリ塩化ビニル、セルロース系重合体、ポリアクリロニトリル、ポリスチレン、また、二元系、三元系、各種重合体、グラフト共重合体、プレンド物など好適に利用される。また、正または負の固有複屈折を有する低分子液晶を高分子マトリックス中に分散したシートなどを使用しても構わない。

【0020】以下実施例によって詳細に説明する。

【実施例】分子量15万のスチレン-アクリロニトリル共重合体のペレットを熔融し、内径100 mmの孔径を有するノズルより押し出すとともに30%の延伸を行い、外径8.7 mmのスチレン-アクリロニトリル共重合体のロッド棒を得た。該ロッド棒の中心軸、すなわち延伸軸に対して直行する面で、該ロッド棒をスライスし、厚さ約3 mmの円形状の板状物を得た。該板状物を米国ビュラー製ラッピング機にて、50  $\mu$ mのSiCパウダー、30  $\mu$ mのSiCパウダー、10  $\mu$ mのSiCパウダー、3  $\mu$ mのダイヤモンドパウダー、0.05  $\mu$ mのアルミナパウダーで順次研磨し、厚さ2 mmの鏡面状のスチレン-アクリロニトリル板の光学補償シートを得た。こうして得られたサンプルをサンプルAとする。

【0021】サンプルAと同様にして得られたロッド棒を中心軸すなわち延伸軸に対して40°の角度で交差する面でスライスし、厚さ約3 mmの楕円形状の板状物を得た。該板状物をサンプルAと同様にして研磨し、厚さ2 mmの鏡面状のスチレン-アクリロニトリル板を得た。該スチレン-アクリロニトリル板を延伸倍率を変化させて延伸し、表1に示した光学補償シートのサンプルB~Fを得た。光学補償シートを用いない場合を比較例1とし、表1のサンプルを用いて、TN型液晶セルに図1に示すような構成で光学補償シートを配置し、表2に示したように実施例1~4、比較例2~3とした。

【0022】

【表1】

本願との関係	厚み方向のレターデーション	$\theta_{opt}$	$\theta_z$	結晶光学的に1軸性or2軸性	サンプル名
比較例	200 nm	0°	0°	1軸性	A
本発明	50 nm	0°	5°	2軸性	B
本発明	200 nm	0°	10°	2軸性	C
本発明	200 nm	10°	20°	2軸性	D
本発明	200 nm	20°	30°	2軸性	E
比較例	200 nm	30°	40°	2軸性	F

【0023】複屈折性の評価

作成したサンプルは島津製作所製エリプソメーターAEP-100を用いて、面内方向における屈折率の最大値 $n_x'$ 、厚み方向の屈折率 $n_z'$ の測定を行った。サンプルの厚みを $d$ として、 $(n_z' - n_x') \times d$ を厚み方向のレターデーションとした。また、サンプルを傾けて、常光屈折率 $n_o$ 、異常光屈折率 $n_e$ を測定し、 $n_o = n_e$ となる方向を光学軸とした。2つの光学軸のうちのシート面に垂直な方向に近い方と、シート面に垂直な方向のなす角を $\theta_{opt}$ とした。2つの光学軸のちょうど真ん中の方向を屈折率 $n_z$ のある方向とし、この方向

とシート面に垂直な方向とのなす角を $\theta_z$ とした。

【0024】また、 $n_z$ の方向と垂直な面内方向での屈折率をAEP-100にて測定し、その最大値を $n_x$ 、最小値を $n_y$ とした。表1に示したサンプルの中で、結晶光学的に2軸性であるサンプルB～Fについては、主軸方向の屈折率 $n_x$ 、 $n_y$ 、 $n_z$ が全て異なることを確認した。

【0025】液晶セルにおける視角特性の評価

TN型液晶セルに30Hzの矩形波の電圧を印可し、透過率と電圧の関係を東塚電子製LCD-5000を用いて測定した。その結果を図4に示す。ここで、電圧を印可しない状態での光の透過率を100%とした。LCD-5000を用いて、電圧が0Vと5Vの時の光の透過率を測定し、0V/5Vのコントラストの視角特性を評価した。各液晶パネルのコントラストが10以上となる上下左右方向の視野角を評価した。その結果を表2に示した。

【0026】

【表2】

20

30

表2

比較例1	比較例2	本発明1	本発明2	本発明3	本発明4	比較例3
光学補償シートなし	サンプルA	サンプルB	サンプルC	サンプルD	サンプルE	サンプルF
上下方向視野角(°)	-5~25	-5~25	-35~36	-40~41	-38~38	-36~30
左右方向視野角(°)	-46~46	-46~46	-50~51	-56~56	-53~54	-49~48
本願との関係	比較例	比較例	本発明	本発明	本発明	比較例

【0027】表2から、本発明である実施例1～4は視角特性に優れていることがわかる。

【0028】

【本発明の効果】本発明によれば、TN型液晶表示素子の視角特性が改善され、視認性にすぐれる高品位表示の液晶表示素子を提供することができる。また、本発明をTFTやMIMなどの3端子、2端子素子を用いたアクティブマトリクス液晶表示素子に応用しても優れた効果が得られることは言うまでもない。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の液晶表示素子の構成の1実施例を説明する図である。

【図2】従来のTN型液晶表示素子の構成図と表示面に垂直に光が入射する場合の光の透過状態を説明する図である。

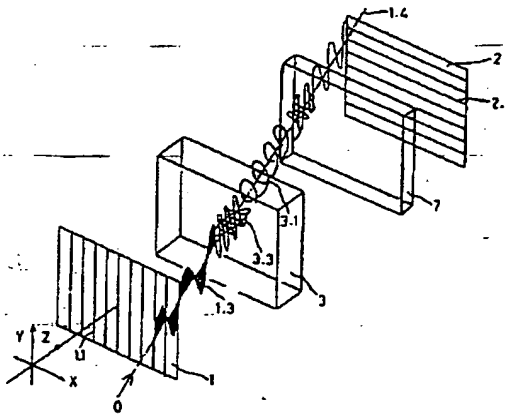
【図3】従来のTN型液晶表示素子の構成図と表示面に斜めに光が入射する場合の光の透過状態を説明する図である。

【図4】本発明の実施例における液晶表示素子の透過光の印加電圧特性を示す図である。

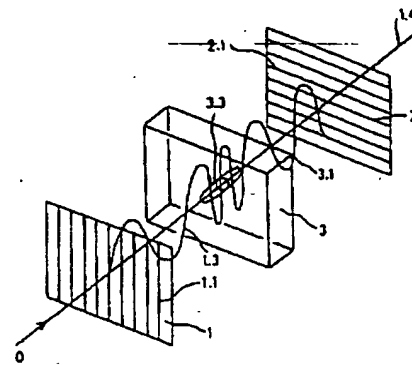
【符号の説明】

- 1、2：偏光板  
 1. 1、1. 2：偏光軸  
 3：TN型液晶セル  
 7：光学補償シート

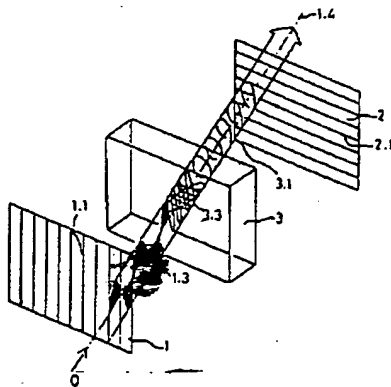
【図1】



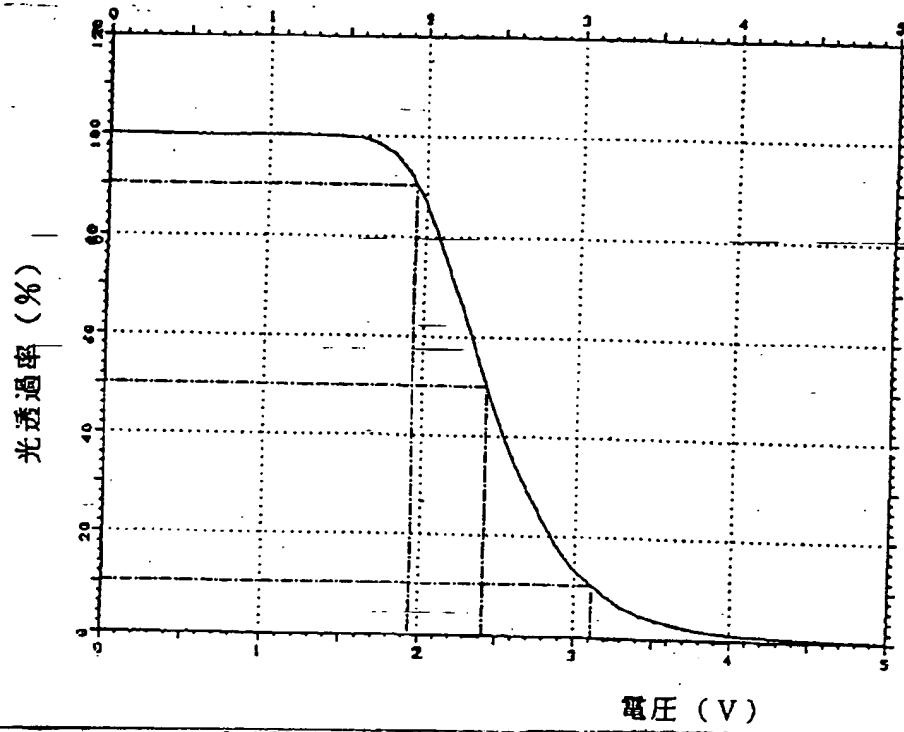
【図2】



【図3】



【図4】





This Page is inserted by IFW Indexing and Scanning Operations and is not part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLORED OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images problems checked, please do not report the problems to the IFW Image Problem Mailbox**